

Opções para a Produção de Biodiesel no Semiárido Brasileiro em Regime de Sequeiro: Por Que Algodão e Mamona



ISSN 0103-0205

Agosto, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 220

Opções para a Produção de Biodiesel no Semiárido Brasileiro em Regime de Sequeiro: Por Que Algodão e Mamona

*Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Maria Isaura Pereira de Oliveira
Marlon Leal Cabral Menezes de Amorim*

Centro Nacional de Pesquisa de Algodão
Campina Grande, PB
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Algodão

Rua Oswaldo Cruz, 1143, Centenário
CEP 58428-095
Caixa Postal 174
Fone: (83) 3182 4300
Fax: (83) 3182 4367
Home page: <http://www.cnpa.embrapa.br>
E-mail: sac@cnpa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Carlos Alberto Domingues da Silva*
Secretário-Executivo: *Renato Wagner da Costa Rocha*
Membros: *Fábio Aquino de Albuquerque, Giovani Greigh de Brito, João Luis da Silva Filho, Máira Milani, Maria da Conceição Santana Carvalho, Nair Helena Castro Arriel, Valdinei Sofiatti, Wirtton Macêdo Coutinho.*

Supervisão editorial: Renato Wagner da Costa Rocha
Revisão de texto: Renato Wagner da Costa Rocha
Normalização bibliográfica: Valter Freire de Castro
Tratamento de ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Editoração eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho
Capa: Flávio Tôres de Moura

1ª edição

1ª impressão (2009): 500

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Algodão

Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo.

Opções para a produção de biodiesel no semiárido brasileiro em regime de sequeiro: por que algodão e mamona. / por Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, Maria Isaura Pereira de Oliveira e Marlon Leal Cabral Menezes de Amorim. - Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.

36p. (Embrapa Algodão. Documentos, 220)

1. Biocombustível. 2. Produtividade. 3. Planta oleaginosa. 4. Zona árida. 5. Algodão herbáceo. 6. Mamona. 7. Girassol. 8. Pinhão manso. I. Beltrão, Napoleão Esberard de Macêdo. II. Oliveira, Maria Isaura Pereira de. III. Amorim, Marlon Leal Cabral de. IV. Título. V. Série.

CDD: 338.17

© Embrapa 2009

Autores

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Engenheiro agrônomo, D.Sc. em Adubação e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, napoleao@cnpa.embrapa.br

Maria Isaura Pereira de Oliveira

Bióloga, D.Sc. Bolsista, PNPd-CAPES da Embrapa Algodão oliveira_mip@yahoo.com.br

Marlon Leal Cabral Menezes de Amorim

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental da UEPB, estagiário da Embrapa Algodão, marloon_leal@hotmail.com

Apresentação

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente e com as desigualdades sociais, associada aos esforços sociais, acadêmicos e governamentais vem viabilizando uma série de alternativas para o desenvolvimento agrícola sustentável. Essa busca mundial pela sustentabilidade ambiental, com base na substituição progressiva dos combustíveis minerais derivados do petróleo, responsáveis diretos pelo efeito estufa, por combustíveis renováveis de origem vegetal, dentre eles o biodiesel, criou uma perspectiva real para a expansão do cultivo de culturas oleaginosas no semiárido brasileiro, principalmente na agricultura familiar, que já tem tradição no cultivo dessas oleaginosas. O Semiárido apresenta precipitação de chuvas média entre 300 mm e 800 mm e vegetação predominante do tipo caatinga. Essa ecoregião é uma das maiores e mais populosas do mundo, abrangendo a maior parte dos Estados da região nordeste do Brasil. Por isto, a exploração agrícola do Semiárido, em regime de sequeiro, depende basicamente da espécie de planta e do sistema de cultivo a ser empregado. Dentre as espécies de plantas oleaginosas, o algodoeiro e a mamoneira se destacam por apresentarem alto teor de óleo em suas sementes, resistirem à seca e serem tradicionalmente cultivadas pelo produtor da região.

Objetiva-se com a presente publicação reunir informações detalhadas sobre o cultivo do algodoeiro e da mamoneira, a fim de demonstrar que essas culturas são potencialmente mais produtivas no ambiente Semiárido e

oferecem menores riscos para o cultivo em regime de sequeiro. A Embrapa Algodão já dispõe de cultivares de algodão e de mamona e sistemas de produção adequados para o cultivo dessas oleaginosas, o que certamente pode acelerar o processo de obtenção de matéria-prima para atender parte da demanda por biocombustíveis no país, além de melhorar as condições sócio-econômicas dos agricultores familiares presentes na região.

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Chefe Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Opções para a Produção de Biodiesel no Semiárido Brasileiro em Regime de Sequeiro: Por Que Algodão e Mamona	9
1. Introdução.....	9
2. Algodão Herbáceo (<i>Gossypium hirsutum</i> L. <i>R. Latifolium</i> HUTCH.).....	11
3. Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	19
4. Outras Culturas Oleaginosas	25
4.1 Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.)	25
4.2 Pinhão manso (<i>Jatropha curcas</i> L.).....	27
5. Considerações Finais	30
Referências	31

Opções para a Produção de Biodiesel no Semiárido Brasileiro em Regime de Sequeiro: Por Que Algodão e Mamona

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Maria Isaura Pereira de Oliveira

Marlon Leal Cabral Menezes de Amorim

1. Introdução

O Semiárido brasileiro é um das maiores, mais populosas e também mais úmidas ecoregiões do mundo, estendendo-se por uma área que abrange a maior parte dos Estados da Região Nordeste (86,48%), a Região Setentrional do Estado de Minas Gerais (11,01%) e o norte do Espírito Santo (2,51%), ocupando uma área total de 974.752 Km² (RODRIGUES, 2009).

O Semiárido é definido pelos principais sistemas de circulação atmosférica. Ao passarem pela região, provocam longos períodos secos e chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano. A precipitação pluviométrica é em média de 800 mm/ano, a qual é distribuída de forma bastante irregular no espaço e no tempo. A insolação média é de 2800 h/ano, com temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação de 2000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50% (SUDENE, 1996).

Em várias regiões fisiográficas do Semiárido, como é o caso do Seridó, onde não há orvalho, o índice de aridez é de 3,3 e a temperatura média das máximas atinge 33 °C, com baixa umidade relativa do ar durante quase todo o ano e estações de cultivo curtas, com mais de 60% das chuvas do ano ocorrendo em três a quatro meses (EMBRAPA, 1989; SUDENE, 1996). As altas temperaturas com pequena variação interanual exercem forte efeito sobre a evapotranspiração que, por sua vez, determinam o déficit

hídrico como o maior entrave à ocupação da região e ressaltam a importância da irrigação na fixação do homem nas áreas rurais da Região Nordeste em condições sustentáveis.

Como o subsolo é rico em rochas cristalinas (de baixa permeabilidade), a formação de aquíferos subterrâneos é inibida. O regime de chuvas rápidas e fortes também impedem a penetração de água no solo e no subsolo. Uma outra característica do Semiárido brasileiro é a presença de sais nos solos, precipitados pela evaporação intensa, o que reduz a produtividade das culturas agrícolas, tendo solos com salinidade primária, devido a própria pedogênese e secundária, devido ao uso inadequado da irrigação, com sistema de drenagem falho e deficiente. A demanda evaporativa do ar é muito grande, o que conduz a potenciais hídricos do ar muito baixos, menores do que -1600 bars, . reduzindo a umidade relativa do ar a qual em geral é menor do que 60% durante quase todo ano. Essa baixa umidade, associada a temperatura média do ar elevada (superior a 25 °C) faz com que poucas espécies de plantas cultivadas possam ser exploradas com sucesso devido a elevada possibilidade de ocorrência de estresses hídrico e por temperaturas supra-ótimas. Assim, é necessário que a cultura seja pelo menos tolerante à seca e que apresente crescimento do tipo indeterminado (recupera a produção em condições de estresse, principalmente estresse hídrico), além de ajustamento osmótico, como é o caso do algodão (herbáceo e arbóreo) ou a capacidade de retirar água do ar em regiões de altitude e ter mecanismos de abertura de estômatos rápidos e diferenciados (BARBOUR; BUCKLEY 2007; LACHER, 2006; TURNER, 1979, 1986).

No Semiárido brasileiro, existem 14 polos de irrigação, e quase quatro milhões de hectares com condições de água e solo para irrigação, sendo que a maior parte (78%) deveria não ter sido nem se quisesse tocada (solo rasos e pedregosos), e ser reserva agro-silvo-pastoril e os cerca de 19% é para agricultura de sequeiro, segundo (BELTRÃO, 2001). A irrigação apesar de ser muito importante e ser importante para a obtenção de elevadas produtividade no Semiárido, não deve ser a única alternativa, pois, a área total irrigável é pequena, sendo somente cerca de, no máximo, 10% da área total irrigável do país, que é cerca de 50 milhões de hectares. Assim, a exploração em regime de sequeiro, requer que as espécies a serem

exploradas tenham capacidade de resistir mais à seca e a temperaturas supra-ótimas devido a irregularidade na precipitação pluvial e curta duração do período chuvoso.

No Semiárido do Nordeste do Brasil a produção de biodiesel a partir do óleo de mamona tem recebido destaque em especial pelo Governo Federal e alguns Governos estaduais, tais como dos estados da Bahia e do Ceará. Entretanto, além da mamona existem outras oleaginosas bem adaptadas ao clima desfavorável da região: que são o algodoeiro e o pinhão manso, o qual ainda requer estudos, domesticação e seleção de genótipos mais uniformes e produtivos, e com elevados teores de óleo, segundo Albuquerque et al. (2008).

Dentre as várias oleaginosas que se tem conhecimento na natureza, as que apresentam um alto teor de óleo na semente, são favoráveis para a produção de biodiesel. Dentre estas, pode-se destacar as sementes oleaginosas de amendoim, girassol e mamona, todas com cultivares que apresentam mais de 45% do peso das suas sementes em óleo. Outras apresentam menores teores de óleo, caso da soja e do dendê, porém para o Semiárido, apresentam algumas limitações, pois necessitam de terrenos planos, e muita água no seu ciclo anual.

Para o uso no Semiárido, em regime de sequeiro, poucas espécies podem ser exploradas com rentabilidade pelos agricultores familiares organizados em pequenas cooperativas ou associações, entre elas estão a mamoneira e o algodoeiro (SOUSA, 2006). Desta forma, objetiva-se com este trabalho, reunir informações sobre as referidas culturas, como as de menores riscos para o plantio em regime de sequeiro, na vasta região do Semiárido brasileiro, que tem mais da metade dos agricultores familiares do Brasil.

2. Algodão Herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. *R. Latifolium* HUTCH.)

O algodoeiro se adapta muito bem ao clima e às condições de solo do Semiárido. É uma planta de metabolismo fotossintético C₃, apesar de ser uma heliófita, possui altas taxas de fotorrespiração, não se saturando em

condições de campo, mesmo com máxima de radiação solar. É uma planta de origem tropical, com o centro de origem primário na África, onde surgiu a espécie *Gossypium herbaceum* raça *africanum*, que é endêmica do sudoeste deste continente e considerada o ancestral de todas as cultivares de algodão, hoje exploradas em todo o mundo (HEARN; CONSTABLE, 1984). Tem mais de 4000 anos de domesticação, que foi iniciada no Sudoeste da Arábia onde a raça *Acerifolium emergiu*.

Por mais de um século esta malvácea vem sendo cultivada como anual e dentro dos padrões de uma espécie de crescimento determinado. Por esta razão, esta fibrosa apresenta grande capacidade de resposta ao manejo e às condições ambientais (AZEVEDO et al., 2006), efetuando plasticidade fenotípica, com diversas gemas em cada ponto de frutificação. Além do crescimento indeterminado (OOSTERHUIS, 1999), no eixo principal e ramos vegetativos, o que confere elevada estabilidade em diversos ambientes.

Em relação aos aspectos morfológicos, o algodoeiro herbáceo é extremamente complexo, pois apresenta pelo menos dois tipos de ramificações: monopodial e simpodial, sendo que a primeira se desenvolve a partir das gemas situadas no plano axilar das folhas, e a segunda via hipnoblastos, localizados nas axilas foliares, coexistindo dois tipos de macrofilos: os frutíferos ou subtendidos, e os do ramo do tronco ou vegetativo, ambos denominados verdadeiros (MAUNEY, 1984; OOSTERHUIS; JERNSTEDT, 1999), o que é extremamente importante para a resistência à seca. A produção total de uma planta é determinada pela formação de ramos simpodiais e monopodiais que serão determinados pela cultivar usada, bem como pelas condições climáticas prevalecentes durante a estação de crescimento da cultura. Mauney (1985) considerou que, embora o primeiro ramo frutífero ordinariamente apareça na base da sexta à nona folha do caule principal e seja visível apenas depois de cerca de seis semanas após o plantio, a formação das gemas ocorre muito mais cedo. A gema da base do sexto nó só se inicia quando a planta apresenta duas folhas verdadeiras (expandidas).

A importância das folhas vegetativas na nutrição dos frutos aumenta nos ramos inferiores, os que produzem os primeiros e maiores frutos. Na Figura 1, pode-se observar o frutograma do algodoeiro herbáceo e a

disposição das folhas vegetativas (ramos) e as frutíferas (do fruto) (BELTRÃO et al., 2008a). O principal componente para a contribuição no aumento da produção total do algodoeiro é o número de frutos por planta. Portanto, tanto os frutos localizados nos ramos monopodiais quanto aqueles localizados nas posições distais dos ramos simpodiais são necessários para compor o número total de frutos por planta.

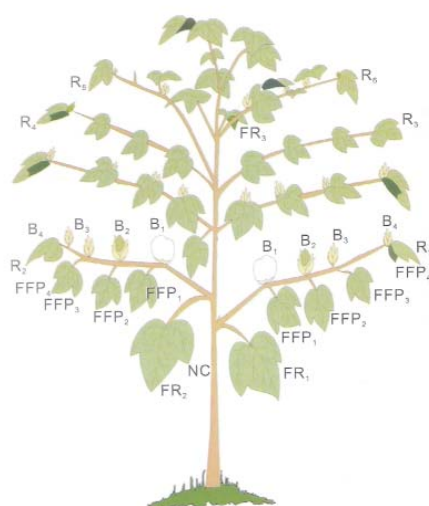


Fig. 1. Frutograma do algodoeiro herbáceo, evidenciando-se as folhas do ramo (FR) os ramos (R), as folhas dos frutos, as folhas dos frutos (FFPn) e os frutos nos ramos frutíferos (B), e o nó cotiledonar (NC). Adaptada de Beltrão et al. (2008a).

A cultura do algodão herbáceo, realizada em condições de sequeiro destaca-se como uma das mais importantes para a região Nordeste, em especial para os pequenos e médios produtores, tendo assim importância social e econômica muito elevada para o agronegócio nordestino, sendo que esta região é, na atualidade, um dos maiores pólos de consumo industrial de algodão da América Latina, junto com o Estado de São Paulo e o México (ARAÚJO et al., 2003).

A semente (caroço) do algodão representa aproximadamente entre 58 a 65% do peso da produção, e a fibra varia entre 35% a 42%, dependendo da cultivar, local de cultivo, das condições de cultivo e das condições de descaroçamento. A semente de algodão tem grande importância, pois além de ser favorável como produtora de óleo, entre 12 a 27%, contém média



Fig. 2. Campo de Algodão.

de 15% de proteína bruta nas cultivares atuais, e ainda tem como co-produto, o linter, que corresponde a cerca de 8% a 12% da semente do algodão, a torta, que é quase a metade da semente, além da casca e do resíduo (4,9% do total) (BELTRÃO, 1999; RICHETTI; MELO FILHO, 2001; SOLOMONS, 2002).

Considerando-se uma cultivar com maior teor de óleo, caso por exemplo da BRS Aroeira que tem fibra de cor branca, de excelentes qualidades intrínsecas, em especial a resistência, a finura, a uniformidade do comprimento e o comprimento, sendo classificada como fibra média, e tem em média 26% (LABORATÓRIO..., 2009) de óleo em suas sementes, o que é um excelente rendimento para o algodão, em uma cultivar com fibra de qualidade, pois há correlação genética negativa entre a qualidade da fibra e sua quantidade, com o teor de óleo.

A avaliação dos agroecossistemas consorciados deve envolver indicadores econômicos e agroeconômicos, tais como: índice de uso eficiente da terra (UET), índice de agressividade, coeficiente relativo populacional, vantagem monetária e renda líquida, que parece ser a variável econômica mais indicada para a avaliação de consórcios comparando-os ao monocultivo. Se bem equilibrados e definidos, principalmente em relação a cultivares,

configurações de plantio e arranjo de plantas, os sistemas consorciados apresentam quase sempre vantagem monetária (BELTRÃO et al., 2001).

Cultivado pelos grandes e pequenos proprietários, o algodão é tido como um produto democrático, permitindo que seu cultivo seja feito em consórcio com algumas culturas de subsistência casos do feijão, *Vigna* (caupi) e *Phaseolus* (também conhecido como de arranca). Isso possibilita ao pequeno agricultor preparar a terra para ambas as finalidades: o cultivo do algodão e a agricultura de subsistência. Para o bom desempenho da cultura, no entanto, alguns passos tecnológicos importantes devem ser sistematicamente adotados pelos eventuais produtores, tais como: uso de variedades adaptadas, manejo adequado da cultura, controle de pragas, doenças e ervas daninhas, plantio na área zoneada, época de plantio adequada, etc.

No Cerrado (Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia), a produtividade é muito elevada mais de 1300 Kg de fibra por hectare, ou seja mais de 3200 Kg de algodão em caroço por hectare, porém no Semiárido embora a produtividade seja baixa, cerca de 1500 Kg de algodão em caroço por hectare, o custo é bem mais baixo e a qualidade é melhor, tanto da fibra, quanto do óleo.

Em função do clima mais seco no Semiárido, os problemas de doenças e pragas são bem menores do que os que ocorrem nas demais regiões do país, em especial a do Cerrado que apresenta maior precipitação e a umidade relativa do ar e a temperatura média do ar serem, elevadas. No Semiárido, pode-se ter, com sucesso, o algodão orgânico ou mesmo agroecológico, tanto de fibra branca, como de fibra colorida (marrom, vermelha e verde).

No Nordeste, em especial no Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Ceará, Piauí e na Bahia, pode-se produzir um dos melhores algodões do mundo, bastando apenas que o produtor siga as recomendações técnicas para a condução da cultura, especialmente na colheita, para obter tipos superiores de algodão, pois ao contrário das demais regiões produtoras o Brasil e do mundo, em cuja maioria predominam algodão dos tipos 5 e 6, no Nordeste pode-se obter facilmente produtos dos tipos 3 e 4, pois o clima

seco, quente e a alta luminosidade favorecem a produção de tipos melhores, mais procurados no mercado global do algodão (FERREIRA, 1997). Por outro lado, alta quantidade de óleo pode ser obtida com o incentivo da produção do algodão no Semiárido Nordeste, principalmente utilizando cultivares sintetizadas para esta região.

A cultivar Embrapa 113 - CNPA 7MH (Figura 3) é derivada da linhagem CNPA 91-194 oriunda de cruzamentos entre os algodoeiros mocó (arbóreo) e herbáceo, pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão CNPA/Embrapa, apresenta características de ser precoce (ciclo produtivo curto), boa produtividade, bom padrão de fibra, alta resistência à seca e longevidade (BELTRÃO; SOUZA, 2001). Pode ser explorada no Seridó e em área de clima semelhante na região Semiárido, durante o período de 3 anos. Sua produtividade é 110% acima da do algodão mocó, atingindo média de 1.347 kg/ha/ano, nos três anos de ciclo. Segundo Viana e Lima (2006) esta cultivar está sendo utilizada com sucesso na região do Pajeú em Pernambuco e em outras localidades. Na atualidade, já se tem a cultivar BRS Seridó, derivada do material anteriormente citado e que tem maior produtividade e ciclo médio econômico de três anos, sendo recomendada para a região do Seridó da Paraíba e Rio Grande do Norte e áreas mais secas do Nordeste brasileiro.



Foto: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

Fig. 3. Campo de algodão cultivar Embrapa 113 - CNPA 7MH.

Tem-se outras cultivares, como a BRS 201, BRS Araripe, além da BRS Aroeira e as de fibra colorida, tais como a BRS Safira, a BRS Rubi, a BRS Verde e a BRS 200 Marrom (Figuras 4A, B, C e D, respectivamente), que tem fibra de melhor qualidade e derivada diretamente de tipos de algodão arbóreo, perene ou mocó. Além do seu uso em condições de sequeiro, o algodão é uma grande opção para áreas irrigadas no Nordeste brasileiro, como é em todo o mundo, cuja maioria da área plantada é sob regime de irrigação.

No Brasil, agricultura familiar surge primeiro como um fator essencial em qualquer política de segurança alimentar, entre outras pelo fato de que sua produção é majoritária provedora de mercado interno de alimentos e matérias-primas. Ocupa um lugar de destaque, cuja institucionalidade ocorreu com a Lei nº 11.322, de 24 de julho de 2006, Lei da Agricultura Familiar (SOUSA, 2006). Uma das grandes vantagens do cultivo do algodão no Semiárido é que mais de 75% do custo de produção é com mão-de-obra,



Fig. 4. Algodão colorido cultivar BRS Verde (A), BRS Rubi (B), BRS Safira (C) e BRS 200 Marrom (D).

a maioria familiar, o que significa ocupação para milhares de trabalhadores rurais. Os pequenos produtores de algodão herbáceo no Nordeste têm grande tradição com o cultivo desta malvácea e utilizam poucos insumos, principalmente fertilizantes inorgânicos, herbicidas e inseticidas, tendo assim grande vantagem com relação as demais áreas de produção do Brasil, de ter um custo de produção bem menor, como foi dito anteriormente, o que eleva a rentabilidade, apesar de ter um potencial de produção bem menor do que, por exemplo o do Estado do Mato Grosso, nas condições de cerrado com grandes produtores.

A despeito do deslocamento para os Cerrados da produção primária da fibra de algodão, a indústria têxtil, por outro lado, tem-se deslocado para o Nordeste. O Nordeste detém o segundo maior parque industrial têxtil do Brasil, o qual passou a consumir, a partir de 1997, mais de 300 mil toneladas anuais de pluma, especialmente no Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Na América Latina, apenas o México tem capacidade instalada maior do que a existente no Nordeste do Brasil, a qual vem sendo ampliada com a transferência de novas plantas industriais para essa região em razão do baixo custo da mão-de-obra local. Em Campina Grande, PB está localizada a maior fiadora do mundo, pertencente ao grupo Coteminas, empresa que vem investindo fortemente também no Rio Grande do Norte, Minas Gerais e outros estados e que na atualidade, esta consumindo também algodão de fibra longa e extra-longa para a fabricação de tecidos finos. A pluma, de fibra média, consumida nessa indústria (mais de 23 mil toneladas só no Rio Grande do Norte) é quase toda proveniente do Oeste da Bahia e de outras regiões brasileiras (FERREIRA et al., 2005).

Além das vantagens da planta do algodão e sua sincronia com o ambiente do Semiárido, há na região uma grande tradição para o cultivo desta oleaginosa. Sua cadeia, satisfatoriamente estruturada, coloca esta malvácea como uma das poucas opções fitotécnicas para a referida região, tanto para a fabricação de fibra, seu principal produto, quanto de óleo, utilizado para a alimentação humana e para a produção de biodiesel. A Embrapa, junto com seus parceiros, como Universidades, empresas privadas e empresas estaduais de pesquisa e desenvolvimento, já tem tecnologias para o cultivo do algodão no Semiárido, em regime de sequeiro e em regime de irrigação, com rentabilidade, além de técnicas para o controle efetivo das pragas, em especial do bicudo (*Anthonomus grandis*).

3. Mamona (*Ricinus communis* L.)

A mamoneira é uma oleaginosa de destacada importância no Brasil e no mundo. Seu teor de óleo pode variar de 35 a 55% (VIEIRA et al., 1998), mas a maior parte das cultivares plantadas comercialmente no Brasil possui teor de óleo variando entre 45% e 50% (FREIRE et al., 2006). É uma matéria-prima de aplicações únicas na indústria química devido às características peculiares de sua molécula que lhe fazem o único óleo vegetal naturalmente hidroxilado, além de uma composição com predominância de um único ácido graxo, ricinoléico, o qual lhe confere as propriedades químicas atípicas.

A produção de biodiesel caminha a passos largos no país, com elevada produção de biocombustíveis a partir das sementes de oleaginosas, ocasionando um aumento da produção de resíduos e co-produtos do processo de síntese de biodiesel. Além da glicerina, há também a lecitina, farelo e a torta, derivada da extração dos óleos vegetais. A torta de mamona é um produto com elevado teor de proteínas, que é produzido na proporção aproximada de 1,2 tonelada para cada tonelada de óleo extraída (AZEVEDO; LIMA, 2001). Seu alto teor de nitrogênio e presença de outros macronutrientes torna-lhe um excelente adubo que contribui também para o fornecimento de matéria orgânica para o solo. A principal aplicação da torta é na formulação de fertilizantes orgânicos a base de torta e de casca de mamona em diversas proporções de acordo com as necessidades de cada cultura, sendo a torta rica em N e P e a casca em K (LIMA et al., 2008).

A mamoneira tem crescimento indeterminado. A haste principal cresce verticalmente, sem ramificação, até o surgimento da primeira inflorescência. O nó no qual o primeiro racemo aparece é uma importante característica agrônômica, associada à precocidade da planta. O racemo lateral surge, cresce e se desenvolve da axila da última folha, logo abaixo de cada inflorescência, conforme pode ser visualizado na Figura 5. À semelhança da haste principal, todos os ramos da 2ª, 3ª e 4ª ordens apresentam crescimento limitado, terminando sempre em uma inflorescência, formando uma estrutura simpodial.

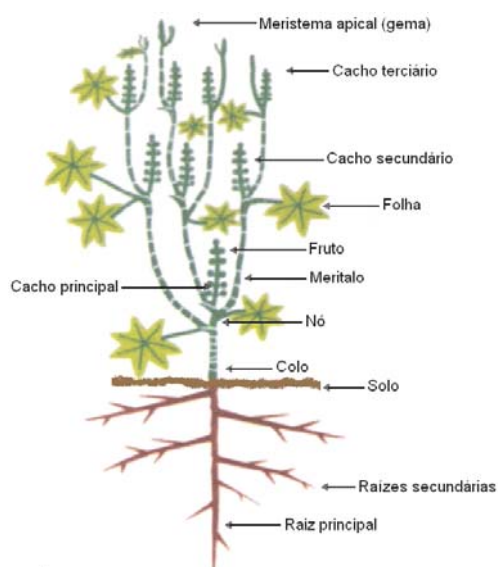


Fig. 5. Esquema ilustrativo da planta de mamoneira. Adaptada da ilustração de Weiss (1983) in Beltrão et al., (2007).

Na Figura 6, pode ser verificada essa organografia na própria planta, observando-se o cacho principal já em crescimento e cachos de terceira ordem em cima, ainda em fase de botão floral, o que evidencia que não há um período definido de reprodução, que depende do ambiente, pois a continuidade das chuvas durante o ano todo, a planta emitiria cachos continuamente (BELTRÃO et al., 2007).



Fig. 6. Planta de mamona em fase reprodutiva.

A mamoneira apresenta crescimento dicotômico, com vários pontos de crescimento na mesma planta, o que é uma grande vantagem competitiva para condições de ocorrência de estresses ambientais, em particular o hídrico, por falta ou excesso de água e o térmico ocasionado pela ocorrência de temperaturas supra-ótimas (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Existem relatos na literatura de que a mamoneira abre os seus estômatos durante a noite (BARBOUR; BUCKLEY, 2007). Cada abertura estomatal na folha leva a um espaço de ar no qual a troca gasosa ocorre nas paredes celulares das células circundantes. Esse espaço é saturado de umidade e, desde que os estômatos estejam abertos, o vapor d'água flui de dentro para fora das folhas. Quando não há movimento de ar saturado para fora dos estômatos cria-se uma camada limítrofe de ar saturado ao redor da superfície da folha (BARBOUR; BUCKLEY, 2007; BELTRÃO et al., 2008c), considerando-se uma característica importante desta cultura de metabolismo fotossintético C_3 .

Com relação às exigências climáticas para o adequado desenvolvimento e produção da mamoneira, os pesquisadores relatam que 600 mm a 700 mm são suficientes para a obtenção de rendimentos em torno de 1.500 kg/ha (BELTRÃO; SILVA, 1999; WEISS, 1983). A maior exigência de água no solo ocorre durante a fase vegetativa, cuja precipitação mínima até o início da floração deve ser de 400 mm a 500 mm (TÁVORA, 1982).

A grande adaptabilidade edafoclimática da mamona no Semiárido brasileiro, referenciada no zoneamento agrícola da Embrapa Algodão, identificou um espaço agrícola ora em repouso. No Nordeste são quatro milhões de hectares distribuídos por 500 municípios. A mamona adapta-se perfeitamente ao Semiárido brasileiro, conferindo ao Brasil condição de destaque frente aos países produtores tradicionais como a Índia e a China.

A mamona exige uma estação quente e úmida para favorecer a fase vegetativa e uma estação pouco chuvosa ou seca para permitir condições favoráveis de maturação e colheita. Portanto, é bem adaptada e para a qual se dispõe de tecnologia para cultivo na região Semiárida, possibilitando a inclusão social de milhares de pequenos produtores (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

A mamona é de fácil cultivo e resistente à escassez de água (Figura 7), por isso é ideal para o extenso Semiárido Nordestino. Nessa região existem quase quatro milhões de hectares apropriados, onde se pode alcançar o rendimento de até 1,5 t de sementes por hectare, enquanto a média nacional é de 750 Kg de baga/ha quilos. Além disso, a mamona pode se converter em uma alternativa produtiva para cerca de 1,5 milhões de pessoas que passam necessidades na região mais pobre do Brasil (SILVA; LINO, 2009).

Foto: Maria Isaura Pereira de Oliveira



Fig. 7. Campo de mamoneira, Campina Grande, PB, 2008.

As cultivares, BRS 149 Nordestina (Figura 8) e BRS Paraguaçu (Figura 9), foram desenvolvidas para plantio em região Semiárida e para uso na agricultura familiar, com plantio e colheita manual (parcelada), ciclo longo (até 250 dias se houver disponibilidade de água) e boa tolerância à seca. Em condições normais, com fertilidade do solo mediana, altitude superior a 300 m, tratos culturais adequados e pelo menos 500 mm de chuva podem produzir 1.500 kg/ha de sementes a cada ano. Tem-se ainda cultivares de frutos indeiscentes, como é o caso da BRS Energia (Figura 10), de ciclo curto e de elevado teor de óleo nas suas sementes, que podem ser utilizadas por agricultores familiares, com ou sem culturas consortes.

Dentre as atividades de pesquisa com mamona, a EBDA (Empresa Bahia em Desenvolvimento Agrícola) abriga o Banco Ativo de Germoplasma, que já

Foto: Maria Isaura Pereira de Oliveira

**Fig. 8.** Cultivar BRS Paraguaçu.

Foto: Maria Isaura Pereira de Oliveira

**Fig. 9.** Cultivar BRS 149 Nordestina.

Foto: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão

**Fig. 10.** Mamoneira cultivar BRS Energia.

introduziu 859 acessos dos quais 512 tiveram suas características morfológicas descritas utilizando-se descritores mínimos e 227 destes acessos encontram-se na Coleção de Base do CENARGEN. As cultivares EBDA MPB 01 e MPA 11 (Figuras 11A e B, respectivamente) representam mais uma opção para o fornecimento de matéria prima no programa de Biodiesel por permitir a utilização de tecnologias mais avançadas como adubação e irrigação, possibilitando um maior retorno por unidade de capital aplicado, permitindo a inserção do empresário agrícola no programa e redução do custo final do biodiesel (SANTIAGO et al., 2009).

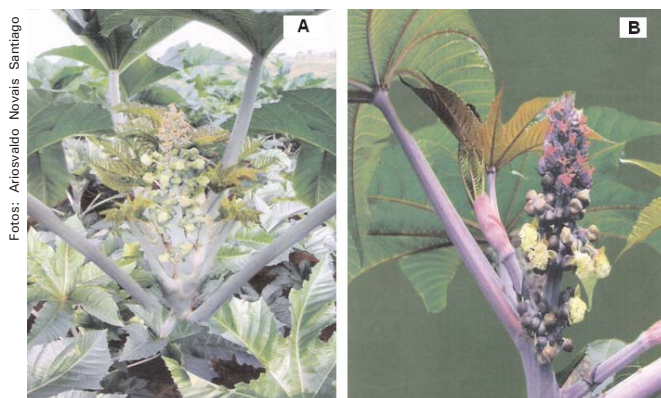


Fig. 11. Cultivar EBD MPB01 (A) e EBD MPA 11 (B).

A EBD MPA 11 é uma cultivar indicada para agricultura familiar em cultivos consorciados com feijão e/ou milho, em arranjos e populações indicadas nos sistemas de produção definidos pela pesquisa, com produtividade média de 1.900 Kg/ha. Enquanto, a EBD MPB 01 é uma cultivar indicada para agricultura tecnicada em monocultivo, com produtividade média é de 2.500 Kg/ha. Ambas, apresentam maior potencial em solo profundos, férteis, com pouca declividade, que não apresentem impedimento físico ou químico, pois limitam o desenvolvimento das raízes, e livre de encharcamento (EBDA, 2008a, b).

No Nordeste, a mamoneira é cultivada, em quase sua totalidade, em regime de sequeiro e em consórcio. Ao utilizar o consórcio, o agricultor familiar garante maior estabilidade de rendimentos, maior aproveitamento dos recursos naturais, redução da erosão do solo, maior diversidade alimentar, maior ocupação de mão-de-obra e supressão natural de plantas daninhas (AZEVEDO et al., 1997). Além de diversificar a produção, pode-se produzir alimentos e energia (caso do óleo para biodiesel), além de permitir maior estabilidade aos ecossistemas agrícolas. Nas Figuras 12 e 13 podem ser vistos detalhes de sistemas consorciados com a mamona, com outras oleaginosas como o gergelim (*Sesamum indicum* L.) e o amendoim (*Arachis hypogea* L.), ambas produtoras de muito óleo em suas sementes, além de proteínas de elevado valor biológico. O consórcio é muito importante para o agricultor familiar, principalmente na Bahia, região de Irecê, onde envolve cerca de 157.000 hectares plantados na mais recente safra (CONAB, 2009), com mais de 45.000 produtores, todos eles plantando em sistema consorciado.

Foto: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão



Fig. 12. Mamona BRS Nordestina consorciada com gergelim, este plantado no mesmo dia da mamona.

Foto: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão



Fig. 13. Mamona BRS Nordestina consorciada com amendoim.

4. Outras Culturas Oleaginosas

4.1 Girassol (*Helianthus annuus* L.)

O girassol (Figura 14) é uma planta oleaginosa, dicotiledônea, pertencente à família Asteraceae, originária da América do Norte, provavelmente do Sudoeste dos Estados Unidos (BEARD, 1981). Esta espécie teve um maior desenvolvimento na antiga União Soviética, estando hoje presente, principalmente, na Federação Russa, Ucrânia, Argentina, Índia e França, seus maiores produtores mundiais na atualidade (FAO, 2009). Presume-se que, no Brasil, o cultivo do girassol tenha sido iniciado na época da colonização, principalmente na Região Sul, com a introdução do hábito do consumo de

Foto: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão



Fig. 14. Girassol, Embrapa Algodão.

suas sementes torradas (ÚNGARO, 1986). No Brasil, o girassol encontra amplas condições edáficas. Segundo Silva (1990), a cultura é de grande valor por ser uma rica fonte de proteína e óleo vegetal comestível.

O girassol é uma planta de organografia complexa, e tem várias vocações: ornamental, energética e alimentar, sendo de fecundação cruzada, realizada por insetos, em especial por abelhas, porém existem híbridos com elevado grau de autofecundação. Apesar de ter sistema radicular pivotante e profundo, caule vigoroso e ciclo rápido, entre 65 a 155 dias da emergência das plântulas, ela é sensível à seca, podendo ser até um pouco tolerante em determinados períodos de seu ciclo e dependendo da duração do estresse. Em condições de deficiência de água, sua produtividade pode ser reduzida drasticamente (CASTRO; FARIAS, 2005).

Temperaturas elevadas podem prejudicar o desenvolvimento e o crescimento desta Asteracea, em especial em condições de estresse hídrico, por deficiência de água. As temperaturas consideradas ótimas para o seu desenvolvimento estão entre 18 e 24°C. O girassol pode consumir até 8 mm de água/dia, em especial no período de enchimento dos grãos (Figura 15), que é crítico com relação à água e até agora, no Brasil, não se sabe suas reais necessidades hídricas (CASTRO; FARIAS, 2005), sendo que deve ser de no mínimo 500 mm bem distribuídos, o que dificilmente ocorre no Semiárido. Além disto, o girassol tem baixa eficiência no uso da água, e o déficit hídrico afeta todos os componentes de produção, em especial o número e peso dos aquênios. O crescimento do girassol é muito lento até os



Fig. 15. Campo de girassol.

primeiros 28 dias após a emergência das plântulas, com média de 18 g/planta nas condições de campo em Londrina no Paraná, e chega a mais de 200 g por planta aos 98 dias da emergência das plântulas e pode chegar a produzir até mais de 9 toneladas de fitomassa por hectare (CASTRO; FARIAS, 2005).

4.2 Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)

O pinhão manso está distribuído em regiões tropicais de todo o globo, ocorre praticamente em todas as regiões, sempre de forma dispersa, adaptando-se em condições edafoclimáticas, sendo exigente em insolação e com forte resistência à seca para sobrevivência. Possivelmente, no futuro, com sua domesticação e a obtenção de cultivares e definição de sistemas de produção adequados, haverá a possibilidade do uso do seu óleo para a produção do biodiesel, e assim abrem-se amplas perspectivas para o crescimento das áreas de plantio com esta cultura no Semiárido nordestino (ARRUDA et al., 2004).

O pinhão manso é uma planta monóica, que produz flores em inflorescências diacrasial. Normalmente, as flores são unissexuais, cujas flores masculinas e femininas são produzidas na mesma inflorescência (Figura 16). Em alguns casos, apenas flores masculinas são produzidas em uma inflorescência. Apresenta polinização cruzada, primordialmente entomófila, entre diferentes flores da mesma planta ou de plantas diferentes, sendo parcialmente alto-compatível, necessitando de polinizadores. A expressão da sexualidade nas plantas de pinhão manso é complexa. A inflorescência é uma panícula, com flores femininas

Foto: Maria Isaura Pereira de Oliveira



Fig. 16. Inflorescência (racemo) de pinhão manso.

(aproximadamente 10 a 20%) no ápice do estame principal e nas ramificações. Existe uma forte correlação entre a produção e o crescimento vegetativo, revelada pelo número total de flores produzidas e o comprimento total das brácteas (HELLER, 1996; OLIVEIRA et al., 2008).

O fruto é capsular ovóide com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm. É trilocular com uma semente em cada cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação (Figura 17) (HELLER, 1996).

Foto: Maria Isaura Pereira de Oliveira



Fig. 17. Pinhão manso. Embrapa Algodão.

Conforme o tamanho do fruto, sua massa compõe-se de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca. Os teores médios de óleo encontrados nas sementes do acesso de Itaporanga-PB e Garanhuns-PE foram de 33,0 e 36,18%, respectivamente (ALBUQUERQUE et al., 2008). Esses valores não são muito divergentes dos encontrados por Lucena et al. (2008) para teor de óleo dos acessos de Novo Cruzeiro-MG (29,38%), Florianópolis-PI (34,37%), Crateús-CE (33,91%), Banavim-MG (35,32%) e Januária-MG (31,55%). O óleo é composto basicamente por 14,3% de ácido palmítico, 5,1% de ácido esteárico, 41,1% de ácido oléico e 38,1% de ácido linoléico (SILVA, 2007).

O pinhão-mansão precisa de pesquisa pois não há conhecimento técnico suficiente sobre o plantio comercial do pinhão. O Brasil não tem áreas contínuas de produção de pinhão-mansão para que seja feita avaliação da viabilidade econômica deste cultivo até a estabilização da produção. Um campo de pinhão manso com dois anos é apresentado na Figura 18.

Apesar de ser considerada uma planta de elevada resistência a períodos de estiagem, Albuquerque et al., (2008) verificou que a disponibilidade de água é um fator limitante, sendo muito importante na fase inicial, principalmente na emergência das plântulas.

Segundo Albuquerque et al., (2008) o pinhão manso é uma oleaginosa que se apresenta como um grande desafio para a pesquisa agropecuária brasileira. Na pretensão de incorporá-la ao Programa Nacional do Biodiesel, muitas informações têm sido divulgadas sem respaldo técnico-científico. O que pôde ser observado

Foto: Amanda Micheline A. de Lucena



Fig. 18. Campo de pinhão manso Fazenda Estivas, Garanhuns-PE, 2008.

até o momento é que a planta embora tenha certa tolerância ao déficit hídrico, tem produção muito baixa. É atacada por insetos e ácaros, além de patógenos, que causam atraso no seu desenvolvimento. No material que tem sido trabalhado, o teor de óleo tem ficado entre 33 e 36%. Entretanto, um dos grandes entraves até o momento é a irregularidade na maturação dos frutos, o que promove o aumento significativo do custo de colheita. Para que o pinhão manso possa ser considerada uma planta potencial para o programa de biodiesel, ainda são necessários anos de pesquisa, para que as respostas agronômica, econômica e social sejam consistentes.

5. Considerações Finais

Considerando os pontos descritos neste documento, sugere-se que antes de qualquer decisão de plantar no Semiárido, deve-se levar em consideração à ecofisiologia da cultura, sua capacidade de resistir à seca, seu tipo de crescimento, além do mercado e conhecimento dos produtores, tendo na atualidade somente duas opções, o algodão e a mamona, consorciadas ou em sistemas solteiros.

Considerando culturas ou plantas em potencial, destaca-se o pinhão manso, que ainda não foi domesticado e que necessita de muito estudo (fisiologia, ecofisiologia, seleção de plantas, estudos da biologia floral, etc.), e ter produção economicamente viável mesmo em condições de estresses ambientais, como a restrição de água.

Para o girassol, sugere-se cautela, até novos resultados de pesquisa com híbridos e cultivares sintéticas, em diversas situações de solo e de clima do Semiárido. Também é necessário a definição de sistemas de produção e sua reação a doenças e pragas nos diversos locais, e a realização do Zoneamento de Risco Climático para os municípios da Região Nordeste, em especial do Semiárido.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de, LUCENA, A. M. A. de.; BARTOLOMEU, C. R. C. V.; BELTRÃO, N. E. de M. **Crescimento e Desenvolvimento do Pinhão Manso: 1º Ano Agrícola**. Embrapa Algodão. 2008. 21 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 197).
- ARAÚJO, A. E.; SUASSUNA, E. D.; FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C. **Escalas de notas para avaliação de doenças foliares do algodoeiro**. 2003 Disponível em: < http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/163.pdf > . Acesso em: 30 abr. 2008.
- ARRUDA, F. P.; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi-árido nordestino. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, p. 789-799, 2004.
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p. il.
- AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil**. Campina Grande: Embrapa - CNPA, 1997. 52 p. (Embrapa - CNPA. Circular Técnica, 25).
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2. ed. rev. ampl. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, D.F.; Embrapa Informação Tecnológica 2007, 504 p.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BEZERRA, J. R. C.; DIAS, J. M. **Parcelamento do cloreto de mepiquat no crescimento e na produção do algodoeiro irrigado no litoral do estado do Rio Grande do Norte**. 2006. Disponível em: < http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/140.pdf > . Acesso em: 30 abr. 2008.

BARBOUR, M. M.; BUCKLEY, T. N. The stomatal response to evaporative demand persists at night in *Ricinus communis* plants with high nocturnal conductance. **Plant, Cell and Environment**, v. 30, 711-721, 2007.

BELTRÃO, N. E. de M. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**, EMBRAPA, Campina Grande-PB, v. 1, 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; ALBUQUERQUE, W. G. Ecofisiologia do Algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica, 2008a. v.1, p. 63-110,

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, R. L. S.; QUIROZ, W. N.; QUEIROZ, W. C. Ecofisiologia da Mamoneira. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica p.45-72. 2007.

BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; ALBUQUERQUE, W. G. Algodão brasileiro em relação ao mundo: situação e perspectivas. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2008b. p. 21-60,

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; ALBUQUERQUE, W. G. Ecofisiologia do Algodoeiro. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica, 2008a. v.1, p. 63-110,

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, R. L. S.; QUIROZ, W. N.; QUEIROZ, W. C. Ecofisiologia da Mamoneira. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F: Embrapa Informação Tecnológica p.45-72. 2007.

BELTRÃO, N. E. de M.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; ALBUQUERQUE, W. G. Algodão brasileiro em relação ao mundo: situação e perspectivas. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. 2. ed. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2008b. p. 21-60,

BEARD, B. H. The sunflower crop. **Scient. Amer.** v. 244, n.5, p.150-161, 1981.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. de . Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja. 2005. p.163-218. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/140pdf> . Acesso em: 30 abr.2009.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira. Grãos. Safra 2008/2009, décimo levantamento. Julho de 2009.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 11 jul. 2009.

EBDA, Empresa Bahiana de Desenvolvimento Agrícola. **Mamona** - variedade EBDA MPB01, 2008a. 1 Folder.

EBDA, Empresa Bahiana de Desenvolvimento Agrícola. **Mamona** - variedade EBDA MPA11, 2008b. 1Folder.

EMBRAPA. **Diagnóstico e prioridades de pesquisa em agricultura irrigada região Nordeste.** Brasília, 1989. 526 p. (Documentos, 9).

FAO. **Food and Agricultural commodities production.** Countries by commodities. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 11 jul. 2009.

FERREIRA, I. C. **Estatística do mercado físico de algodão:** janeiro de 1990 a dezembro de 1996. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 1997, 72p.

FERREIRA, G. B.; KOURI, J.; FERREIRA, M. M. M. **O estado atual do agronegócio do algodão no Brasil:** histórico, situação atual e perspectiva de expansão, especialmente no Nordeste. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2005. 50 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 143).

FREIRE, E. C.; SILVA FILHO, J. L.; PEDROSA, M. B.; ANDRADE, F. P. de. Melhoramento genético do algodoeiro nas regiões oeste e sudoeste da Bahia. In: SILVA FILHO, J. L. da; PEDROSA, M. B.; SANTOS, J. B. dos

(Coord.). **Pesquisa realizada com o algodoeiro no estado da Bahia - safra 2004/2005**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. p.13-24 (Embrapa Algodão. Documentos, 146).

HEARN, A. B.; CONSTABLE, G. A. Cotton. In: GOLDSWORTHY, P. R.; FISHER, N. M. **The physiology of tropical field crops**. John Wiley & Sons, USA, New York. 1984. p. 495- 527.

HELLER, J. **Physic nut (*Jatropha curcas*): promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, 1996. 66 p.

LABORATÓRIO DE QUÍMICA AVANÇADA DA EMBRAPA ALGODÃO. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009?

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Caatinga**, Mossoró, v. 21 n. 5 p.102-106, dez. 2008.

LUCENA, A. M. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de; ROCHA, M. do S.; VALENÇA, A. R.; ARIEL, N. H. C.; BARTOLOMEU, C. R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. Caracterização físico-química de sementes de seis acessos de pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5.; CLÍNICA TECNOLÓGICA EM BIODIESEL, 2., 2008, Lavras. **Biodiesel: tecnologia limpa: anais...** Lavras: UFLA, 2008. 6 p. Seção Trabalhos. 1 CD-ROM.

MAUNEY, J. R. Risk Management from stand to harvest: understanding fruiting habits. In: BELTWISE COTTON PRODUCTION RESEARCH CONFERENCE, 1985. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1985. p.14-15,

MAUNEY, J. R. Anatomy and morphology of cultivated cotton. In: KOHEL, R. R.; LEWIS, C. F. (Ed.). **Cotton**. Madison: Cotton American Society of Agronomy, 1984. p.59-80.

OOSTERHUIS, D. M. Growth and development of a cotton plant. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. dos. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. 286 p.

OOSTERHUIS, D. M.; JERNSTEDT, J. **Morphology and anatomy of the cotton plant**. In: WAYNE, C. S. Cotton: origin, history, technology and production. [S.l.]: John Wiley, 1999. p.175-206.

OLIVEIRA, M. I. P.; ROCHA, M. S. R.; LUCENA, A. M. A.; AZEVEDO, C. F.; ARRIEL, N. H. C.; BARTOLOMEU, C. R. C.; BELTRÃO, N. E. de M. Caracterização morfo-anatômica de folhas e caule de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5.; CLÍNICA TECNOLÓGICA EM BIODIESEL, 2., 2008, Lavras. Biodiesel: tecnologia limpa: **anais**. Lavras: UFLA, 2008. 1 CD-ROM.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: ALGODÃO: tecnologia de produção/Embrapa Algodão. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 11-12.

RODRIGUES, W. B. **O semi-árido pernambucano**. Disponível em: < <http://www.dnocs.gov.br/~conviver/artigos.php?id=32> > . Acesso em: 30 abr. 2009.

SANTIAGO, A. S.; LARANGEIRAS, L. A. P.; DOURADO, V. V.; LEITE, V. M.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, S. A.; PINTO, M. F. S.; PEIXOTO, C. P.; GONÇALVES, N. P. EBDA MPB 01 nova variedade de mamona com potencial produtivo para agricultura tecnificada, Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhs/MELHORAMENTO%20GENETICO/MG%2032.pdf> > , Acesso: 30 abr. 2009.

SILVA, N. G. A.; LINO, A. S. **Mamona e biodiesel**: oportunidade para o Semi-árido. Disponível em: < <http://www.sober.org.br/palestra/9/341.pdf> > . Acesso em: 30 abr. 2009.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**; métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 1990. 166 p.

- SILVA, M. de A.; BRANDÃO, D. da S. J.; SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G. Superação de dormência em sementes de pinhão-mansô (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: MCT/ABIPTI, 2007. 1 CD-ROM.
- SOLOMONS, T. W. **Química orgânica** 2, 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- SOUSA, I. S. F. **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária**. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 434 p.
- SUDENE. **Pacto Nordeste: ações estratégicas para um salto do desenvolvimento regional**. Recife, 1996. 77 p.
- TURNER, N. C. Adaptation to water deficits: a changing perspective. **Australian Journal Plant Physiology**, v. 13, p. 175-190, 1986.
- TURNER, N. C. Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: MUSSEL, H.; STAPLES, R. C. (Ed.). **Stress physiology in crop plants**. New York: Wiley Interscience, 1979. p. 468-478.
- ÚNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do girassol**. Campinas: IAC, 1986. p.1-25. (Boletim Técnico, 105).
- VIANA, A.; LIMA, M. **Produção agroecológica - algodão**. Recife: Diaconia, 2006. Série cultivos agroecológicos.
- VIEIRA, C. P. Colheita. In: ALGODÃO, tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998.
- TÁVORA, F. J. A. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111 p.
- WEISS, E. A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. 659 p.

Embrapa

Algodão

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



CGPE 7997